

SVEU ILIŠTE U ZAGREBU
PRIRODOSLOVNO – MATEMATI KI FAKULTET
BIOLOŠKI ODSJEK

Ekologija školjkaša *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771)

Ecology of the Zebra Mussel, *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771)

SEMINARSKI RAD

Martina Rezo

Preddiplomski studij Znanosti o okolišu

(Undergraduate Study of Environmental sciences)

Mentor: Doc. dr. sc. Jasna Lajtner

Zagreb, 2009

Sadržaj

1. Uvod	2
2. Širenje vrste <i>Dreissena polymorpha</i>	4
3. imbenici koji utje u na prisutnost i gusto u populacija vrste <i>Dreissena polymorpha</i> u nekom vodenom staništu	5
3.1. pH i kalcij	6
3.2. Fosfor	7
3.3. Temperatura	7
3.4. Podloga	7
4. Utjecaj vrste <i>Dreissena polymorpha</i> na vodeni okoliš u kojem se pojavljuje	8
5. Utjecaj vrste <i>Dreissena polymorpha</i> na populacije drugih vrsta životinja	8
5.1 Direktan utjecaj	8
5.2. Indirektan utjecaj	8
6. Utjecaj drugih vrsta na populacije vrste <i>Dreissena polymorpha</i> – prirodan na in smanjivanja broja jedinki	9
7. Metode uklanjanja vrste <i>Dreissena polymorpha</i> na umjetan na in	10
7.1. Kemijske metode	10
7.2. Ostale metode	11
8. Popis literature	12
9. Sažetak	13
10. Summary	14

1. UVOD

Vrsta *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771) (Slika 1), kojoj je hrvatski naziv raznolika trokutnja a, je školjkaš koji pripada porodici *Dreissenidae*. Još je nazivaju i zebra mussel jer uz nepravilan trokutast oblik, njezin izgled karakteriziraju smeđa do crna prugasta obojenja. Prosječna veličina jedinki je oko 3 centimetra. vrstom bisusnim nitima se prihvata za raznolike vrste podloge (prilagođeno prema http://www.obz-zazstita-prirode.hr/invazivne_vrst.html, 2009). Odrasla jedinka filtrira 2 do 5 mL vode na sat. Živi 4 do 5 godina, a spolno zrele jedinke (u drugoj godini života) mogu proizvesti godišnje između 30 000 i milijun jaja, iz kojih se nakon oplodnje razvijaju slobodno plivajuće ličinke (veliger) (http://en.wikipedia.org/wiki/Zebra_mussel, 2009). Prirodno stanište ove vrste je Kaspijsko i Crno more. Danas je jedan od najprisutnijih školjkaša u velikim rijekama, jezerima i kanalima Europe. U Hrvatskoj je prisutna u cijelom toku rijeka Drave i Dunava. Zbog iznimno velike plodnosti istiskuje autohtone vrste školjkaša, filtracijom planktona smanjuje količinu hrane drugim vrstama te svojom aktivnošću u mijenja sastav i strukturu zajednice rijeka i jezerskog dna (Ramcharan i sur., 1992).



Slika 1. *Dreissena polymorpha*

(http://www.scientificillustrator.com/art/fish/zebra_mussel.jpg)

Može uzrokovati promjene u okolišu te ekonomske štete na umjetnim građevinama zbog svojih karakteristika prehrane, sesilnog načina života i velike plodnosti (Slika 2.) (Ramcharan i sur., 1992).



Slika 2. Veliki broj jedinki na malom prostoru
(www.discoverlife.org/pa/ov/polistes/ev/2008gisin/)

Podnosi različite promjene u okolišu što dodatno pospješuje njenu invazivnost. Može izdržati gladovanje, isušivanje, vrlo niske i visoke temperature kao i velike razlike u količini otopljenog kisika i kalcija (Erben i sur., 2007). Na širenje vrste *D. polymorpha* prvenstveno utječe ljudi jer je balastnim vodama brodova introducirana u brojne dijelove Europe i Sjeverne Amerike, odakle se proširila na velika prostranstva. Vrsta *D. polymorpha* nije pronađena u svim slatkovodnim staništima, a u jezerima u kojima se pojavljuje njezina gustoća znatno varira. Korisna predviđanja njezinog potencijalnog ekološkog i ekonomskog utjecaja ovise o procjeni njezine prisutnosti i gustoće i naseljenosti u nekom području (Ramcharan i sur., 1992).

2. ŠIRENJE VRSTE *Dreissena polymorpha*

Vrsta *D. polymorpha* se naselila iz mora u vode na kopnu gdje je našla povoljne uvjete za svoj razvitak i namnožila se u milijardama jedinki (Erben i sur., 2007). Pleistocenske naslage pokazuju da je *D. polymorpha* u tom razdoblju bila široko rasprostranjena po itavoj Europi. Tijekom posljednje glacijacije, područje rasprostranjenja ovog školjkaša je ograničeno na prostore Kaspijskog i Crnog mora te rijeku Volgu (Ramcharan i sur., 1992). Ruski biolog njemačkog porijekla, Peter Pallas, prvi je pronašao ovu vrstu u rijeci Jajke na Uralu. Ubrzo nakon toga, to nije 1771. godine opisao ju je kao novu vrstu (Tucker i sur., 1997). Ljudska aktivnost je snažno utjecala na širenje ovoga školjkaša (Ramcharan i sur., 1992). Tijekom dvadesetih godina 19.-tog stoljeća privukla je veliku pozornost kad je pronađena na londonskim dokovima (Tucker i sur., 1997). Ubrzo nakon toga se proširila po itavoj Engleskoj, zatim Nizozemskoj, Švedskoj, a kasnije i ostalim europskim zemljama. Na sjevernoamerički kontinent *D. polymorpha* je najvjerojatnije unesena iz Europe. Naime, pretpostavlja se da je balastnim vodama iz transportnih brodova 1985. godine

unesena u jezero St. Clair. Uskoro je uspješno kolonizirala skoro sva sjevernoamerička jezera. Unutar samo četiri godine od pronalaska u jezeru St. Clair, pojavile su se kolonije u ostalim Velikim jezerima: Detroit, Michigan, Windsor i Ontario i obližnjim manjim jezerima te rijekama: Mississippi, Hudson, Missouri, Ohio, St. Lawrence (Slika 3.) (Ramcharan i sur., 1992).



Slika 3. Rasprostranjenost vrste u raznim dijelovima svijeta
(www.discoverlife.org/pa/ov/polistes/ev/2008gisin/)

Posebno povoljne uvjete za svoj intenzivan razvitak vrsta nalazi u akumulacijskim jezerima koja su najčešće mezotrofna, s velikom količinom fitoplanktona, osobito nanofitoplanktona koji ova vrsta lako filtrira zbog odgovarajućeg oblika i veličine estica. Osim obilja hrane u akumulacijama još najčešće odgovaraju i temperatura, pH, visoka koncentracija kisika i kalcija te ostali ekološki uvjeti. *D. polymorpha* pronađena je i u oligotrofnim jezerima. Najčešće nastanjuje jezera koja sadrže veće koncentracije svih iona odnosno imaju vodu veće tvrdoće. Vrsta *D. polymorpha* ne živi u jezerima s malom tvrdoćom vode zbog velike smrtnosti ličinki u vodi takvih karakteristika (Ramcharan i sur., 1992).

Iako je primarno slatkovodna vrsta, može se pronaći i u bottomnim vodama sa salinitetom do 8% (Erben i sur., 2007). Osim jezera, naseljava brojne rijeke i plovne kanale, ali pri tome prednost daje staništima koja su stabilnija, što se odnosi na protok i stabilnost ostalih fizičkih, kemijskih i bioloških karakteristika (McMahon i Bogan, 2001). Dokazano je da *D. polymorpha* nije pronađena u svim vodenim staništima na što utječu brojni imbenici (Ramcharan i sur., 1992).

3. IMBENICI KOJI UTJE U NA PRISUTNOST I GUSTO U POPULACIJA VRSTE *Dreissena polymorpha*

Jedna od najvećih gustoća populacije utvrđena je u Štetinskom jezeru u Poljskoj gdje je izbrojano čak 114 000 jedinki/m², odnosno 87.7% biomase faune dna inili su upravo školjkaši (Erben i sur., 2007). Nažalost, ne postoji ni jedna metoda kojom bi se u potpunosti to no mogla predvidjeti prisutnost i gustoća vrste *D. polymorpha* na nekom lokalnom staništu. Dinamika populacije ovoga školjkaša pokazuje dva zanimljiva obrasca: 1. gustoća naseljenosti značajno varira među različitim jezerima (može varirati i sedam redova veličine); 2. u više od polovice jezera u kojima je prisutna vrsta *D. polymorpha*, gustoća naseljenosti je iznenađujuće konstantna iz godine u godinu (Ramcharan i sur., 1992). Na europskom i sjevernoameričkom kontinentu populacije postižu maksimum gustoće nakon pet godina od pojavljivanja u nekom vodenom ekosistemu. Istraživanja provedena u jezeru St. Clair (Velika jezera) na sjevernoameričkom kontinentu, pokazala su da je gustoća populacije ovog školjkaša, od trenutka njegovog pojavljivanja u jezerskom ekosistemu, prve tri godine rasla logaritamski, a sljedeće dvije godine geometrijski (Erben i sur., 2007).

Važno je napomenuti da gustoća naseljenosti često varira između različitih staništa unutar nekog jezera na što mogu utjecati različiti imbenici. Jezera se međusobno razlikuju po morfološkim, fizičkim i kemijskim karakteristikama te primarnoj produkciji. Morfološke karakteristike uključuju izgled prostora jezera tj. njegov volumen, dubinu, dužinu, širinu. Fizičke karakteristike su primjerice maksimum i minimum temperature vode na površini i blizu dna, ljeti i zimi, dubina epilimniona i prozirnost. Kemijske varijable uključuju mjerenja količine fosfora, količine kisika, tvrdoće vode, pH te koncentracije iona klorida, magnezija, kalcija, kalija i natrija (Ramcharan i sur., 1992).

3.1. pH i kalcij

Vrijednost pH i koncentracija iona kalcija smatraju se najvažnijima za pojavu ove vrste u nekom jezeru. Jedan od modela kojim se nastoji razlikovati jezera u kojima je prisutna vrsta *D. polymorpha* od onih koja ju nemaju, sa 92.7%-tnom točnošću je pokazao da niti jedno jezero u kojem *D. polymorpha* živi nema pH vrijednosti manje od 7.3 i koncentraciju iona kalcija ispod 28.3 mg/L. Laboratorijskim

eksperimentima je dokazano da vrijeme i uspješnost oplodnje kao i razvoj embrija i mladih liinki uvelike ovisi o vrijednostima pH i iona kalcija tj. pH vrijednost mora biti veća od 8.5, a koncentracija kalcija veća od 47 mg/L. Smrtnost liinki je skoro 100%-tna kada su vrijednosti pH manje od 7.3 (Ramcharan i sur., 1992).

Male koncentracije otopljenog kalcija utječu na zoogeografsku raspodjelu mnogih slatkovodnih školjkaša, pa i ovoga budući da je kalcij neophodan za rast ljušture i druge fiziološke procese (Ramcharan i sur., 1992). Stopa rasta ljušture je eksponencijalna s godinama, a akumulacija tkivne mase po injebiti konstantna. U ranijoj životnoj dobi rast ljušture je brži od akumulacije tkiva. Nakon nastupanja spolne zrelosti (u drugoj godini života) rast ljušture se usporava, a akumulacija tkiva postaje proporcionalna rastu. Dakle, minimalne koncentracije kalcija su bitne jer uzimanjem kalcija i njegovom ugradnjom u ljušturu omogućava se održavanje njezine cjelovitosti i konstantnosti rasta (McMahon i Bogan, 2001). Kalcij se ponaša kao varijabla koja utječe na gustoću populacije školjkaša jedino ako je u granicama. Granica na vrijednost kalcija je 28.3 mg/L.

3.2. Fosfor

D. polymorpha nije prisutna u eutrofnim jezerima koja imaju visoke koncentracije fosfora. Dakle, što je jezero više eutrofno, to je manje pogodno stanište za vrstu *D. polymorpha*. Eutrofna jezera su nepovoljna za ovog školjkaša zbog velike gustoće algi, osobito modro-zelenih algi, koje mogu prekriti cijelu površinu škrga (ktenidija) i time onemogućavaju normalnu filtraciju. Takva jezera također mogu imati, unatoč većoj primarnoj produkciji, manje količine kisika upravo zbog većeg razgradnje ostataka uginulih algi (Ramcharan i sur., 1992).

3.3. Temperatura

Ustanovljeno je da *D. polymorpha* može tolerirati velike rasponetemperatura što omogućuje predviđanje njezinog rasprostranjenja u Sjevernoj Americi od Kanade do američko-meksičke granice (Ramcharan i sur., 1992). Raspodjela populacije po dubini varira ovisno o uvjetima staništa u kojima se pojavljuje. Odrasle su jedinke rijetko prisutne iznad 2 m dubine jer ne toleriraju temperaturu ispod 3°C, a odabirom dubljih staništa izbjegavaju inverziju temperature tijekom zime. Stoga je najbrojnija populacija na dubini od 4 do 60 metara. Maksimalna temperatura za rast jaja i liinki je na 24°C, a odrasli školjkaši ne toleriraju temperature iznad 30°C (McMahon i

Bogan, 2001). Temperatura iznad 12°C je glavni imbenik za otpuštanje gameta. Vrijeme potrebno da se iz oploenog jaja razvije juvenilna jedinka također ovisi o temperaturi vode i može trajati od 8 do 240 dana. Školjkaši koji su naselili tople vode žive oko godinu dana kraće od onih koji žive u umjereno toplim vodama (Erben i sur., 2007).

3.4. Podloga

Još jedan od bitnih faktora za prisutnost vrste *D. polymorpha* u nekom vodenom ekosistemu je prikladna podloga. Kvaliteta podloge je važna jer se *D. polymorpha* može pri vrstiti jedino za vrste materijale. Dokaz za to je njezina odsutnost u nekoliko jezera u Poljskoj, koja su imala vrijednosti pH iznad 7.3 i koncentracije kalcija iznad 28.3 mg/L no nastala su poplavlivanjem nekog područja. Takvo dno, nakon poplavlivanja, nije pogodno za pri vršivanje ovoga školjkaša. Litoralne zone koje se sastoje od pijeska i blata mogu ograničiti ili reducirati populacije ove vrste. Područje njezinog razvoja u Europi pokazuje da je izgled i vrsta podloge vjerojatno važnija na početku invazije nego kasnije. U jezerima s malom količinom vrstog dna *D. polymorpha* najprije kolonizira školjke, granje, drveće, panjeve i vodeno raslinje. Veligerliinke se naseljavaju i rastu na već nastalim kolonijama formiraju i nakupine jedinki. „Pokriva“ od odraslih jedinki može se formirati preko mekog dna. Takav „pokriva“ je uočen u jezerima u Poljskoj i Nizozemskoj (Ramcharan i sur., 1992).

4. UTJECAJ VRSTE *Dreissena polymorpha* NA VODENI OKOLIŠ U KOJEM SE POJAVLJUJE

Osim što filtrira fitoplankton i zooplankton, *D. polymorpha* filtrira i estice gline i mulja iz stupca vode, zatim ih tijekom probavljanja hrane veže za pseudofeces koji se taloži u sedimentu. Na taj način ova vrsta povećava sedimentaciju. Nadalje, *D. polymorpha* pročišćava vodu od bakterija (npr. *Escherichia coli*), što joj omogućava specifičnagraa škrga. Naime, škrge imaju veliku aktivnu površinu i u procesu filtracije iz vodenog stupca izdvajaju i bakterije. Vrsta *D. polymorpha* utječe i na promjenu količine fosfata i nitrata izmeđusedimenta i stupca vode te mijenja omjer dušika i fosfora u stupcu vode. Filtracijom velike količine vode u malom vremenskom

rasponu poveća prozirnost vode, a zbog toga kroz vodu prolazi veća količina svjetlosti, time se poboljšava rast vodenog raslinja, a time i primarna produkcija (McMahon i Bogan, 2001).

5. UTJECAJ VRSTE *Dreissena polymorpha* NA POPULACIJE DRUGIH VRSTA ŽIVOTINJA

5.1. Direktan utjecaj

Prihvatanjem bisusnim nitima na stražnji dio ljušture drugih školjakaša (npr. školjakaša iz porodice *Unionidae*), jedinke vrste *D. polymorpha* uzrokuju njihovo polaganu uginuću. Naime, pri vršenju školjakaši svojim ljušturama postepeno zatvaraju ulazni otvor autohtonih školjakaša te na taj način fizički onemogućuju ulazak hranjivih estica. S druge strane, jedinke vrste *D. polymorpha* su u prednosti jer prve "biraju" hranjive estice. Sve navedeno vodi izgladnjivanju i na kraju uginuću školjakaša na koje su se pri vrstile (McMahon i Bogan, 2001).

5.2. Indirektan utjecaj

Vrsta *D. polymorpha* može i indirektno utjecati na zajednice drugih školjakaša, nepri vršenju i se na njihovu ljušturu. Primjerice, masovnom redukcijom fitoplanktona tj. smanjenjem njegove gustoće u stupcu vode uzrokuju gladovanje ostalih populacija školjakaša kojima je potrebna veća količina hrane, a filtriraju manje količine vode u određenom vremenu u usporedbi sa školjakašem *D. polymorpha*. Isto vrijedi i za ostale skupine vodenih organizama koje se hrane fito i zooplanktonom (McMahon i Bogan, 2001).

Sredinom prošlog stoljeća radi sportskog ribolova u zapadnu je Europu u velikim količinama uvezen smuť (*Lucioperca lucioperca*). Ubrzo su se javili veliki problemi s malim lokalnim porodicama šarana (*Cyprinidae*), čija je smrtnost ubrzo porasla zbog parazitizma metilja (*Bucephalus polymorphus*). Utvrđeno je da su vrste *D. polymorpha* i *L. lucioperca* omogućile eksplozivnu invaziju vrste *B. polymorphus*, čije metacerkarije žive u škrgama šarana. Vrsta *L. lucioperca* je domaćar, a *D. polymorpha* prvi međodomaćar ovog metilja (Davids i Kraak, 1993).

Osim filtracijom, *D. polymorpha* smanjuje količinu fitoplanktona u vodi snižavajući i koncentracije fosfatnih i nitratnih spojeva, neophodnih za opstanak

fitoplanktona. Na taj način indirektno utječe na smanjenje koncentracije fitoplanktona u okolišu (McMahon i Bogan, 2001).

6. UTJECAJ DRUGIH VRSTA NA POPULACIJE VRSTE DREISSENA POLYMORPHA - PRIRODAN NA IN SMANJIVANJA BROJA JEDINKI

Predatorstvo je najvažniji regulator slatkovodnih populacija školjkaša. Ptice mo varice i patke se hrane školjkašima. Nadalje, slatkovodni rakovi, kornjaci i daždevnjaci jedu manje i juvenilne jedinke. Krhka i tanka ljuštura vrste *D. polymorpha* glavni je uzrok što je ova vrsta idealan plijen patkama i rakovima. Osim toga, velika količina proteina u ukupnoj masi tkiva čini ih odličnim izvorom hrane. Najveći predatori su slatkovodne ribe (McMahon i Bogan, 2001). Neke vrste riba za koje se smatra da uz ostalu hranu konzumiraju i ovu vrstu školjkaša su: crni amur (*Mylopharyngodon piceus* Val.), sivi tlostolobik (*Aristichthys nobilis* Richardson), crvenperka (*Scardinius erythrophthalmus* L.), bodorka (*Rutilus rutilus* L.), deverika (*Abramis brama* L.), šaran (*Cyprinus carpio* L.), belica (*Leucaspis delineatus* (Heckel)), jegulja (*Anguilla anguilla* (L.)) i moruna (*Huso huso* (L.)) (Erben i sur., 2007). Manje ribe se ne hrane velikim i zrelim jedinkama ove vrste školjkaša, vjerojatno zato što ih ne mogu iščupati iz podloge zbog velike vrstne bisusnih niti (Tucker i sur, 1997). Od navedenih vrsta, *D. polymorpha* je najčešće nađena u probavilu šarana zbog čega se planira poribljavanje akumulacija šaranom kako bi se u njima smanjio broj školjkaša (Erben i sur., 2007). No, na taj način se može jako povećati brojnost šarana što za posljedicu može imati smanjenje broja ostalih vrsta (Tucker i sur, 1997).

Za kontrolu populacije osim velikih predatora upotrebljavaju se sve češće i mikroorganizmi koji su u inkovitiji, posebice oni koji djeluju samo na školjkaše. To su primjerice razne vrste metilja, kao što je već spomenuti *B. polymorphus*, kojem je *D. polymorpha* mećudomadar. Sporociste s cercarijama koje su u gonadama smanjuju ukupnu težinu jedinki i uzrokuju povećanje koncentracija teških metala: cinka (Zn), bakra (Cu), kadmija (Cd) i olova (Pb). Na taj način se povećava smrtnost jedinki i smanjuje brojnost čitave populacije (Davids i Kraak, 1993).

7. METODE UKLANJANJA VRSTE *Dreissena polymorpha* NA UMJETAN NA IN

7.1. Kemijske metode

Kemijske metode se smatraju naju inkovitijima jer djeluju na cijeli sustav odnosno okoliš u kojem se primjenjuju. Nedostatak kemijskih metoda je njihova toksi nost za okoliš. Stoga je primjena kemijskih metoda zakonski regulirana i neophodno je zadovoljiti standarde zaštite okoliša svake države (Erben i sur., 2007).

Kloriranje je naju inkovitija op e korištena metoda za kontroliranje školjkaša. Koristi se u Europi, Aziji i Sjevernoj Americi. U usporedbi s ostalim biocidima (sredstvima za uništavanje mikroorganizama), klor je u inkovit i u niskim koncentracijama te protiv svih razina one iš enja, od bakterija do školjkaša. Unato prakti noj i ekonomi noj kontroli svih tipova zaga enja pomo u kloriranja, nastaju problemi uslijed pove ane zabrinutosti oko zaga enja okoliša otpušanjem klorirane vode u okoliš. Neki su znanstvenici zaklju ili da se nepotrebno otpušanje klora u vodeni okoliš može uvelike izbje i planiranim i primjerenim kloriranjem. U vrijeme mriješ enja su jedinke manje otporne na biocide. Europske populacije vrste *D. polymorpha* su manje tolerantne na klor od sjevernoameri kih. Rezultati su pokazali da vrijeme izlaganja za 100%-tnu smrtnost školjkaša pada s porastom koncentracije klora. Primjerice, školjkaši veli ine 10 mm izloženi kloru koncentracije 0.25mg/L profiltriraju 1080 sati kako bi dostigli 100%-tnu smrtnost dok školjkaši izloženi 0.25 mg/L klora profiltriraju 252 sata za jednak u inak. Utjecaj temperature okoliša na smrtnost vrste *D. polymorpha*, u prisutnosti klora je zna ajna. Na primjer, 1026 sati je dovoljno da dostigne 95% smrtnost koriste i 0.5mg/L klora na 10°C , u usporedbi sa 456 sati u prisutnosti 0.5mg/l klora i 25°C (Rajagopal i sur., 2002).

7.2. Ostale metode

U sustavu hidroelektrana izgra enih u Hrvatskoj na rijeci Dravi, dugo se primjenjuje metoda mehani kog iš enja uklanjanjem populacija sa svih vanjskih površina postrojenja i iz cijevi velikog promjera primjenom raznolikih fizikalnih metoda. No to je kratkotrajno rješenje i mora se ponavljati u pravilnim razmacima (Erben i sur., 2007).

Danas se upotrebljavaju i razne boje koje nisu štetne za okoliš, a stvaraju fizi ku barijeru pri vrš ivanju za površne na koje se nanesu. Netoksi ne silikonske

boje pokazale su se kao najbolje no relativno su skupe, a vijek trajanja /djelovanja im je oko 5 godina (Erben i sur., 2007).

Novija metoda uključuje poremećaj mriješčenja dodavanjem u vodu hormona serotoninina čime se utječe na smanjenje oplodnje zbog izbacivanja jajnih stanica i spermija u različitije vrijeme. Termičkom obradom od 32°C naviše postiže se letalnost jedinki i ličinki, ali ona mora biti dobro temperirana tj. mora se provoditi u pravilno vrijeme (kad se jedinke najosjetljivije) (Erben i sur., 2007).

8. LITERATURA

1. Davids, C., Kraak, M.S. (1993): Trematode Parasites of the Zebra Mussel (*Dreissena polymorpha*). -U: Nalepa, T. F., Schloesser, D. W. (ur.): Zebra mussels biology, impacts and control, Crc Press, Inc, Florida, 1993, 46:749-761
2. Erben, R., Lajtner, J., Lucić, A., Maguire, I., Hudina, S., Ivančić, Z., Buhin, J., Tarnik, T. (2007): Sagledavanje rješavanja problema naseljavanja školjkaša *Dreissena polymorpha* na vrste podloge i pronalaženje metoda za njihovo uklanjanje iz sustava PP HE Sjever, treće završno izvješće, Sveučilište u Zagrebu. Prirodoslovno matematički fakultet, Zagreb, 123 str.
3. McMahon, R.F., Bogan, A.E. (2001): Mollusca: BIVALVIA. -U: Throp, J.P., Conich, V.M. (ur.): Ecology and classification of North American Freshwater invertebrates, Florida, 2001, 11:331-416
4. Ramcharan, W.C., Padilla D.K., Dodson S.I. (1992): Models to Predict Potential Occurrence and Density of the Zebra Mussel, *Dreissena polymorpha*, University of Wisconsin, Can. J. Fish. Aquat. Sci. 49:2611-2620
5. Rajagopal, S., Velde, van der G., Jenner, A. H. (2002): Effects of low-level chlorination on zebra mussel, *Dreissena polymorpha*, University of Nijmegen, Netherlands, Volume 36, Issue 12:3029-3034
6. Smirnova, N. F., Biochino G.I., Vinogradov, G.A. (1993): Some Aspects of the Zebra Mussel (*Dreissena polymorpha*) in the Former European USSR with morphological Comparisons to Lake Erie. -U: Nalepa, T. F., Schloesser, D.W. (ur.): Zebra mussels biology, impacts and control, Crc Press, Inc, Florida, 13:217-226

7. Tucker, J. T., Cronin, F.A., Soergel, D. W. (1997): Predation on zebra mussels (*Dreissena polymorpha*) by common carp (*Cyprinus carpio*). Journal of Freshwater Ecology 11:363-372. CSA
8. [http:// www.obz-zastita-prirode.hr/ ivanzivne-vrste.html](http://www.obz-zastita-prirode.hr/ivanzivne-vrste.html)
9. http://www.scientificillustrator.com/art/fish/zebra_mussel.jpg
10. http://en.wikipedia.org/wiki/Zebra_musse
11. www.discoverlife.org/pa/ov/polistes/ev/2008gisin

9. SAŽETAK

Dreissena polymorpha je vrsta slatkovodnog školjkaša kojeg je 1771. godine opisao biolog Peter Pallas. Velika brzina rasta, velika plodnost i kratak životni vijek ine ju uspješnom invazivnom vrstom. Ovaj školjkaš može uzrokovati promjene u slatkovodnim staništima i ekonomske štete na objektima. Ljudi su svojim postupcima uvelike utjecali na rasprostiranje vrste *D. polymorpha*. Prvotno endem Kaspijskog i Crnog mora, postaje najprisutnijom vrstom u velikim rijekama, jezerima i kanalima Europe i Sjeverne Amerike. Vrsta *D. polymorpha* nije pronađena u jezerima koja imaju vrijednosti pH manje od 7.3 i koncentracije kalcija manje od 28.3 mg/L. Mnogo je predatora koji se hrane ovom vrstom, primjerice mnoge vrste riba i ptica mo varica. Jedinke vrste *D. polymorpha* pro i šavaju vodu kopnenih jezera, što rezultira boljom propusnoš u svjetlosti i bržim rastom algi. Kloriranje je naju inkovitija i naj eš e korištena metoda za kontroliranje školjkaša u Europi, Aziji i Americi.

10. SUMMARY

Dreissena polymorpha, a species of small freshwater mussel, was described 1771 by biologist Peter Pallas. High growth rate throughout life, elevated fecundity, and short life span make *D. polymorpha* a highly invasive species. This mussel can cause changes in freshwater communities and economic damage to man-made structures. Human activity has strongly influenced *D. polymorpha* distribution. Originally endemic to the basins of the Black and Caspian Seas, is one of most commonly occurring mussel species in the large rivers, lakes and canals of Europe

and North America. *D. polymorpha* was not found in lakes with average pH values below 7.3 and concentrations of calcium below 28.3 mg/L. They are a number of natural predators of zebra mussel, like fish and waterfowl. *Zebra mussels* clean the waters of inland lakes, resulting in increase sunlight penetration and growth of native algae. Chlorination is the most effective and commonly used method of mussel control in Europe, Asia and North America.